



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 130 065**

⑫ Número de solicitud: 9700569

⑤① Int. Cl.⁶: C22C 38/38

C22C 38/28

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: 17.03.97

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: 16.06.99

⑫④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.06.99

⑦① Solicitante/s:
GSB GRUPO SIDERURGICO VASCO, S.A.
Carretera de Zumárraga, s/n
20720 Azkoitia, Guipúzcoa, ES

⑦② Inventor/es: **Romero, José Luis;**
Linaza, Arantza;
Rodríguez Ibabe, José María;
Eceiza, Javier y
Hernández, José Ramón

⑦④ Agente: **Urizar Barandiarán, Miguel Angel**

⑤④ Título **Procedimiento de fabricación de aceros microaleados con estructuras de ferrita acicular enfriadas de forma convencional.**

⑤⑤ Resumen:

Procedimiento de fabricación de aceros microaleados con estructura de ferrita acicular enfriadas de forma convencional, en el que se parte de un acero microaleado con los siguientes intervalos de composición química en % en peso: C 0'25 ÷ 0'50; Mn 1'3 ÷ 1'6; Si 0'3 ÷ 0'7; V 0'09 ÷ 0'12; Ti 0'012 ÷ 0'020; Mo 0'10 ÷ 0'20 y N 80 ÷ 200 (ppm), el cual es calentado a la temperatura de forja por encima de los 1000°C, y se forja, para a continuación enfriarlo a velocidades inferiores a 3'5°C formandose una microestructura de ferrita acicular.
De aplicación en la industria del acero.

ES 2 130 065 A1

DESCRIPCION

Procedimiento de fabricación de aceros microaleados con estructuras de ferrita acicular enfriadas de forma convencional.

Los aceros microaleados con contenido medio en C, comprendido entre 0'25 y 0'50, para ser utilizados directamente después del proceso de forja, se desarrollaron en Alemania en la década de los años setenta. Comparando con los aceros clásicos de bonificado, presentaban las siguientes ventajas:

- a) ahorro de los tratamientos térmicos costosos posteriores a la forja, ya que por sus buenas propiedades mecánicas pueden utilizarse en estado de forja;
- b) buena maquinabilidad y resistencia a la fatiga.

Mediante los aceros microaleados se han conseguido resistencias mecánicas similares a los aceros bonificados, pero su tenacidad ha resultado ser más baja. Este problema se ha superado desarrollando aceros microaleados con composiciones químicas específicas que tras la forja son sometidos a un enfriamiento rápido (entre 4 y 10°C/s) directo hasta la zona de temperaturas comprendidas entre 500 ÷ 570°C, obteniéndose una estructura de ferrita acicular.

El objeto del invento es desarrollar una familia de aceros que permita obtener estructuras aciculares con buenas combinaciones de resistencia mecánica y tenacidad enfriando tras la forja a velocidades inferiores a 3'5°C/seg. (sin tener que recurrir a enfriamientos acelerados).

La composición química de los aceros empleados es: C 0'25 ÷ 0'50; Mn 1'3 ÷ 1'6; Si 0'3 ÷ 0'7; V 0'09 ÷ 0'12; Ti 0'12 ÷ 0'20; Mo 0'10 ÷ 0'20 y N 80 ÷ 200 (ppm), siendo la presencia de Molibdeno esencial para trabajar a velocidades de enfriamiento convencionales o aproximadamente convencionales y obtener estructuras aciculares.

La esencia del procedimiento del invento está en la producción de piezas forjadas y barras laminadas con una excelente combinación de resistencia y tenacidad, utilizando aceros microaleados de Vanadio-Titanio-Molibdeno por medio de un enfriamiento convencional (por ejemplo entre 3'5 y 0'5 °C/seg.) más la forja, lográndose una microestructura de ferrita acicular.

El presente invento preconiza un procedimiento de fabricación de aceros microaleados con estructuras de ferrita acicular enfriadas de forma convencional, que se caracteriza porque parte de:

- a) un acero microaleado con los siguientes intervalos de composición química en % en peso: C 0'25 ÷ 0'50; Mn 1'3 ÷ 1'6; Si 0'3 ÷ 0'7; V 0'09 ÷ 0'12; Ti 0'12 ÷ 0'20; Mo 0'10 ÷ 0'20 y N 80 ÷ 200 (ppm);
- b) el cual es calentado a la temperatura de forja, y se forja, para a continuación
- c) enfriarlo a una velocidad de enfriamiento (Ve) comprendida entre 0'5 y 3'5°C/seg., constituyéndose una microestructura de ferrita acicular.

También se caracteriza porque la temperatura de forja es aproximadamente de 1000 ÷ 1200°C.

También se caracteriza porque tiene una composición química en % en peso de: C 0'25 ÷ 0'50; Mn 1'3 ÷ 1'6; Si 0'3 ÷ 0'7; V 0'09 ÷ 0'12; Ti 0'12 ÷ 0'20; Mo 0'10 ÷ 0'20 y N 80 ÷ 200 (ppm), transformándose tras conformado en caliente y enfriamiento entre 0'5 y 3'5°C/seg. a una microestructura de ferrita acicular.

Ejemplo: En este caso concreto se considera un acero obtenido por colada convencional en forma de lingotes de 1.800 Kg. y cuya composición química es: 0'38 C, 1'44 Mn, 0'62 Si, 0'010 P, 0'041 S, 0'10 V, 0'026 Al, 0'016 Ti, 0'16 Mo y 122 (ppm) N.

Los lingotes fueron laminados en caliente a palanquillas de 126 mm. Diferentes muestras de acero fueron posteriormente calentadas en laboratorio hasta 1250°C y posteriormente enfriadas al aire en convección natural. El estudio metalográfico puso de manifiesto que en esas condiciones la microestructura del material está constituida totalmente por ferrita acicular.

De las muestras así tratadas se realizaron ensayos de tracción y ensayos Charpy de tenacidad, obteniéndose los siguientes resultados:

Tensión de fluencia: 580 Mpa

Carga de roturas: 960 Mpa

Energía absorbida a temperatura ambiente: 46 julios

Energía absorbida a 80°C: 100 julios.

Para la forja industrial, algunos trozos de barra fueron recalcados y de las piezas obtenidas se mecanizaron cilindros de 56 mm. de diámetro y 85 mm. de longitud. Los cilindros fueron calentados por inducción a 1200°C y forjados a juntas homocinéticas en tres operaciones, acabando la forja a unos 1120°C y se siguieron dos enfriamientos, uno lento al aire y otro rápido mediante la inyección de tres chorros de aire comprimido, consiguiendo en este último caso una velocidad de enfriamiento entre 1000 y 350°C de aproximadamente 3.5°C/s.

Diferentes secciones longitudinales se prepararon para su observación metalográfica en el microscopio óptico. En las piezas forjadas se han obtenido microestructuras muy homogéneas de ferrita acicular, tanto en el enfriamiento lento como en el rápido. La diferencia está en la presencia de muy pequeñas cantidades de perlita en las primeras, inexistente en las correspondientes a piezas con enfriamiento rápido, presentando estas últimas una estructura más fina con un 10% de austenita retenida.

El comportamiento mecánico en ambos casos difiere únicamente en el valor de la resistencia a la tracción que se ve incrementado con el enfriamiento acelerado, mientras el límite elástico y la energía Charpy se mantienen similares en ambos casos, con valores de 38 J a temperatura ambiente, tal como queda expresado en la Tabla 1.

TABLA 1

Propiedades mecánicas de las juntas homocinéticas con enfriamiento lento y acelerado

Enfriamiento	Tensión de fluencia (MPa)	Carga de Rotura (MPa)	Alargam. %	Energía Charpy (Temp. ambiente)	Energía Charpy (100 % frágil)	Energía Charpy (100 % dúctil)
lento	561	940	30	38 J	27 J	104 J
rápido	542	1013	29	38 J	24 J	112 J

Los resultados muestran que mediante una velocidad de enfriamiento (V_e) lenta, entre 3.5 y 0.5°C/seg., es decir: $0.5^\circ\text{C/seg} \leq V_e \leq 3.5^\circ\text{C/seg}$, la microestructura lograda de ferrita acicular proporciona una excelente combinación de resistencia y tenacidad. Ello permite evitar la necesidad de tener que recurrir a enfriamientos acelerados tras la forja para lograr las estructuras de ferrita acicular que son las que se proporcionan una buena respuesta a la tenacidad.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de aceros microaleados con estructuras de ferrita acicular enfriadas de forma convencional, **caracterizado** porque se parte de:

a) un acero microaleado con los siguientes intervalos de composición química en % en peso: C 0'25 ÷ 0'50; Mn 1'3 ÷ 1'6; Si 0'3 ÷ 0'7; V 0'09 ÷ 0'12; Ti 0'012 ÷ 0'020; Mo 0'10 ÷ 0'20 y N 80 ÷ 200 (ppm);

b) el cual es calentado a la temperatura de forja, y se forja, para a continuación

c) enfriarlo a una velocidad de enfriamiento (Ve) comprendida entre 0'5 y 3'5°C/seg., constituyéndose una microestructura de ferrita acicular.

2. Procedimiento de fabricación de aceros microaleados con estructuras de ferrita acicular enfriadas de forma convencional, según reivindicación anterior, **caracterizado** porque la temperatura de forja es aproximadamente de 1000 ÷ 1200°C.

3. Procedimiento de fabricación de aceros microaleados con estructuras de ferrita acicular enfriadas de forma convencional, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque tiene una composición química en % en peso de: C 0'25 ÷ 0'50; Mn 1'3 ÷ 1'6; Si 0'3 ÷ 0'7; V 0'09 ÷ 0'12; Ti 0'012 ÷ 0'020; Mo 0'10 ÷ 0'20 y N 80 ÷ 200 (ppm), transformándose tras conformado en caliente y enfriamiento entre 0'5 y 3'5°C/seg. a una microestructura de ferrita acicular.



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.⁶: C22C 38/38, 38/28

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 694622 A (BÖHLER YBBSTAL WERKE) 31.01.1996. reivindicaciones.	1-3
A	WO 9623084 A (CATERPILLAR INC.) 01.08.1996. reivindicaciones.	1-3
A	US 4537644 A (TOMINAGA et al.) 27.08.1985. reivindicaciones.	1-3
A	US 5131965 A (Mc VICKER) 21.07.1992. reivindicaciones.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

06.05.99

Examinador

J. García-Cernuda Gallardo

Página

1/1

THIS PAGE BLANK (USPTO)
